

В заключении хотелось бы сказать, что в результате проведенных экспериментов были впервые получены коэффициенты теплоотдачи для сплошного режима орошения при наличии в теплообменной трубке турбулизующей вставки *Hitran*. За счет вставки величина коэффициента теплоотдачи увеличилась в 3 раза.

В целом экспериментальная установка позволяет проводить аналогичные исследования с другими турбулизующими вставками.

Существующие экспериментальные данные позволят отладить расчетные модели и на их основе оптимизировать параметры турбулизующих вставок.

Библиографический список

1. Щербаченко И.К. Экспериментальное исследование влияния геометрической формы кольцевых турбулизаторов на интенсификацию теплообмена в трубах: дисс. ... канд. техн. наук: 01.04.14 / Щербаченко Иван Константинович. М., 2003. 174 с.

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

*Ворошилова Е.Н., Белоусова О.А., Павлович О.Н.
УрФУ*

Одной из проблем транспортировки природного газа является коррозия трубопроводов, вызываемая наличием сернистых соединений в газе – сероводорода и меркаптанов. Важной задачей является очистка природного газа от сернистых соединений до норм, установленных ОСТ – сероводорода (не более $0,02 \text{ г/м}^3$) и меркаптанов (не более $0,036 \text{ г/м}^3$). Рассмотрим в качестве примера состав природного газа Оренбургского месторождения (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика природного газа Оренбургского месторождения

Компонент	Содержание, % об.
Метан	87,83
Этан	2,2
Пропан	0,8
Бутан	0,22
Пентан + высшие углеводороды	0,15
Оксид углерода (IV)	0,2
Азот	1,1
Сероводород	5
Вода	2,5

Основную часть природного газа составляют метан и этан, они и обеспечивают основную теплоту сгорания при использовании газа в качестве топлива. Примеси тяжелых углеводородов в транспортируемом газе нежелательны, но тяжелые углеводороды являются ценными соединениями, их отделяют до транспортировки и используют для других целей. Содержание инертных компонентов (азота и оксида углерода (IV)), снижающих общую теплоту сгорания газа, невысоко, поэтому не требуется отделения их от основной массы газа.

Объемная доля инертных компонентов не регламентирована ОСТом. Содержание водяных паров составляет 2,5 % об., поэтому газ требует осушки. Концентрация сероводорода велика и одной из главных задач подготовки газа к транспортировке является очистка его от сероводорода.

Объемная концентрация сероводорода в 5 % считается достаточно высокой, поэтому требует применения сорбентов с высокой поглотительной емкостью. Этим требованиям отвечают физические сорбенты. Рекомендуемые в настоящее время адсорбционные методы очистки на цеолитах или активных углях обладают следующими недостатками: высокой чувствительностью к способу переработки на предыдущих стадиях и получение большого объема отработанного газа после регенерации адсорбентов, утилизация и переработка которого представляет собой непростую проблему.

На основе анализа известных технологических решений очистки природного газа от сероводорода выбран метод с использованием физической абсорбции с применением диметилового эфира тетраэтиленгликоля. Предлагаемый жидкий поглотитель обладает следующими преимуществами:

- стабильностью абсорбционной способности (до 10 лет);
- нетоксичностью и хорошей биологической разлагаемостью;
- малой коррозионной активностью;
- небольшой теплотой абсорбции (не требуется промежуточное охлаждение в абсорбере);
- высокой гигроскопичностью и возможностью достижения низкой точки росы газа в одну ступень;
- низкой склонностью к вспениванию;
- малым давлением насыщенных паров.

Рассчитан годовой экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии с использованием физической абсорбции диметиловым эфиром тетраэтиленгликоля (табл. 2).

Таблица 2

Эффективность внедряемой технологии

Показатели	Единица измерения	Вариант сероочистки диметиловым эфиром тетраэтилен-гликоля
Производительность установки по природному газу	тыс. м ³ /год	9 800 000
Капитальные вложения	тыс. руб.	41 398
Эксплуатационные затраты на 1000 нм ³ газа	руб./год	38
Эксплуатационные затраты на весь объем очищаемого газа	тыс. руб./год	372 694
Годовой экономический эффект	тыс. руб./год	37 269
Срок окупаемости капитальных вложений	год	1,1

Как видно из данных табл. 2, рассчитанный срок окупаемости капитальных вложений составит около одного года.

Таким образом, учет особенностей состава сернистого природного газа обуславливает выбор метода физической абсорбции с применением в качестве абсорбента диметилового эфира тетраэтиленгликоля – эффективного и способного работать в течение длительного срока. Применение указанного абсорбента делает возможным организацию очистки природного газа от сернистых соединений в одну стадию и получение значительного экономического эффекта от внедрения предлагаемой технологии. В сравнении с технологией применения физической адсорбции уменьшаются потери природного газа на стадии регенерации, значительно увеличивается срок работы сорбента при достижении требуемого качества очистки газа.

ОПРОБОВАНИЕ ДОБАВОК ПРИ СПЕКАНИИ СМЕСЕЙ ИЗВЕСТНЯК ЛИПАРИТ

Гаврилюк М.Н., Семериков И.С.
УрФУ
E-mail: dmik@pochta.ru

Портландцемент это один из самых распространенных строительных материалов. При производстве портландцементного клинкера, более половины его себестоимости приходится на обжиг клинкера [1]. Снизить удельный расход топлива можно за счет снижения температуры обжига и применения нетрадиционных сырьевых материалов, а также применением минерализаторов CaF_2 , Na_2SiF_6 , фосфогипса и фторангидрита (таблица). Применение широко распространенной горной породы липарит позволяет снизить температуру обжига, так как липарит имеет низкую температуру размягчения до 1200°C , за счет повышенного содержания FeO , MnO , P_2O_5 . Липарит обладает схожим химическим составом с глиной Шуралинского месторождения, поэтому такая замена будет целесообразной.

Химический состав используемых материалов

Оксиды	Название материалов				
	Известняк	Липарит	Глина Шуралинская	Фосфогипс	Фторангидрид
SiO_2	0,69	65,14-68,40	53,63	0,85-0,92	не опр.
Al_2O_3	1,15	12,99-14,96	19,81	не опр.	не опр.
TiO_2	не опр.	0,36-1,72	не опр.	не опр.	не опр.
Fe_2O_3	0,52	0,16-2,07	9,24	0,88-1,78	не опр.
FeO	не опр.	3,55-5,65	не опр.	не опр.	не опр.
CaO	54,00	0,88-2,23	4,99	31,11-31,70	36,65
MgO	0,49	0,46-2,17	2,09	не опр.	не опр.
MnO	не опр.	0,06-0,09	не опр.	не опр.	не опр.
SO_3	не опр.	0,08-0,37	0,23	44,60-45,20	52,35
P_2O_5	не опр.	0,15-0,26	не опр.	0-1,41	не опр.
CaF_2	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	1,40
H_2SO_4	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	6,00
$\Delta m_{\text{ПРК}}$	42,95	1,50-4,36	8,82	18,88-1,00	3,60